

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Metode Penelitian adalah tata cara yang dilakukan oleh peneliti dalam penelitian suatu masalah, kasus, atau yang lain secara ilmiah untuk memperoleh hasil yang rasio. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen. Metode eksperimen adalah metode yang dilakukan dengan cara percobaan terhadap benda yang akan diteliti secara langsung guna menyelidiki sebab akibat objek satu sama lain kemudian dibandingkan hasil penelitian ini. Penelitian ini dilakukan di laboratorium.

4.2 Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer, yaitu berupa pengambilan serbuk ban karet di CV. Nuansa Baru terhadap pengujian agregat, pengujian aspal, pengujian *Marshall*, pengujian *ITS (Indirect Tensile Strength)* dan pengujian *Cantabro*. Hasil dari data-data tersebut membantu dalam menentukan nilai pada karakteristik *Marshall*, mengetahui kekuatan Tarik dan mengetahui nilai Keausan

4.3 Lokasi dan Waktu Pengambilan Data

Pada penelitian ini serbuk ban karet yang digunakan berasal dari Jalan Raya Magelang-Yogyakarta No.36, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sedangkan untuk pengambilan data dan pengujian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia pada April 2018.

4.4 Alat dan Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu serbuk ban karet yang diambil dari Jalan Raya Magelang – Yogyakarta, material lain yang diambil dari laboratorium Jalan Raya.

Alat yang digunakan selama penelitian diantaranya, yaitu:

1. satu set alat uji fisik agregat,
2. satu set alat uji aspal,
3. satu set alat uji karakteristik *Marshall*,
4. satu set uji *ITS*
5. Satu set alat uji *Cantabro*

4.5 Prosedur Pengambilan Data

Seluruh rangkaian penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan adalah persiapan material, pemeriksaan material, persiapan alat, pembuatan benda uji, pengujian *Marshall*, pengujian *ITS* dan pengujian *Cantabro*

4.5.1 Pengujian Material

Adapun pengujian yang dilakukan sebagai berikut

1. Pengujian Aspal
 - a. Pengujian penetrasi aspal (SNI 06-2456-1991)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal keras atau lembek (*solid* atau semi *solid*) dengan memasukkan jarum ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu kedalam aspal pada suhu tertentu.
 - b. Pengujian titik lembek (SNI 06-2434-1991)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan titik lembek aspal dan ter yang berkisar antara 30° sampai 200°C.
 - c. Pengujian daktalitas (SNI 06-2432-1991)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat kohesi aspal dengan cara mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Aspal dengan daktalitas yang lebih besar dapat mengikat butir-butir agregat lebih baik tetapi lebih peka terhadap perubahan temperatur.
 - d. Pengujian berat jenis aspal (SNI 06-2441-1991)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis aspal keras dan ter dengan piknometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal atau ter dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu.

- e. Pengujian titik nyala dan titik bakar (SNI 06-2433-1991)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan suhu saat aspal terlihat menyala singkat dipermukaannya (titik nyala) dan suhu saat terlihat menyala sekurang-kurangnya 5 detik (titik bakar).

- f. Pengujian kelarutan dalam Tetra Chloride atau Trichloroethylene (SNI 06-2438-1991)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar aspal yang larut dalam karbon tetraklorida/karbon bisulfida.

2. Pengujian Agregat

- a. Pengujian jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970:2008)

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) dan berat jenis semu, serta penyerapan dari agregat halus.

- b. Pengujian jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969 : 2008)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) dan berat jenis semu, serta penyerapan dari agregat kasar.

- c. Pengujian kelekatan agregat oleh aspal (SNI 06-2439-1991).

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kelekatan agregat oleh aspal. Kelekatan agregat oleh aspal ialah persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

- d. Pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan kasar dengan menggunakan saringan.

- e. Pengujian *Sand Equivalent* (SNI 3423 : 2008)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan kadar debu atau lumpur atau bahan yang mempunyai lempung pada tanah atau agregat halus.

- f. Pengujian keausan agregat dengan mesin *Los Angeles* (SNI-2417 : 2008)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*.

4.5.2 Persiapan Alat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Peralatan pengujian fisik agregat, seperti mesin *Los Angeles*, saringan standar dan *vibrator*, tabung *Sand Equivalent*.
2. Peralatan pengujian fisik aspal, seperti alat ukur penetrasi aspal, daktilitas aspal, kelarutan aspal, titik lembek aspal, titik nyala dan titik bakar aspal.
3. Cetakan benda uji berbentuk silinder (*mold*) berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") dilengkapi dengan pelat atas dan leher sambung.
4. Alat uji *Marshall* yaitu sebagai berikut.
 - a. Kepala penekan yang berbentuk lengkung (*breaking head*).
 - b. Cincin penguji berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound).
 - c. Arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001").
 - d. Arloji pengukur kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01") dengan perlengkapannya.
5. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(200 \pm 3)^{\circ}\text{C}$.
6. Bak perendam (*W*) dilengkapi dengan *waterbath* pengatur suhu minimum 20°C .
7. *Compactor*, yaitu alat penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg (10 pound) dan tinggi jatuh beban 45,7 cm (18").
8. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram, timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram, dan timbangan digital.

9. *Ejector*, yaitu alat untuk mengeluarkan benda uji yang telah dipadatkan dari cetakan.
10. Peralatan penunjang, seperti kompor, wajan, spatula, sarung tangan karet, gelas ukur, pan, kain lap, bak plastik, jangka sorong, termometer, dan lain-lain.

4.5.3 Perancangan Campuran (*Mix Design*)

Material yang dipergunakan dalam penelitian ini, yaitu agregat dan aspal yang diuji terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai campuran Lapis Aspal Beton. Hal ini dilakukan guna mengetahui sifat-sifat material tersebut apakah telah memenuhi persyaratan atau belum. Setelah dilakukan pengujian sifat fisik agregat dan aspal, selanjutnya dilakukan penyaringan agregat menggunakan saringan standar.

Penelitian ini menggunakan Metode *Marshall* dengan membuat 5 (lima) variasi campuran aspal beton, yaitu variasi I menggunakan 100% agregat tanpa menggunakan bahan pengganti, variasi II menggunakan 75% agregat halus dan 25% serbuk ban karet, variasi III menggunakan 50% agregat halus dan 50% serbuk ban karet, variasi IV menggunakan 25% agregat halus dan 75% serbuk ban karet, dan variasi V menggunakan 100% serbuk ban karet. Pengganti agregat halus dengan serbuk ban karet akan dilakukan pengujian *Marshall*, pengujian *ITS* dan pengujian *Cantabro*

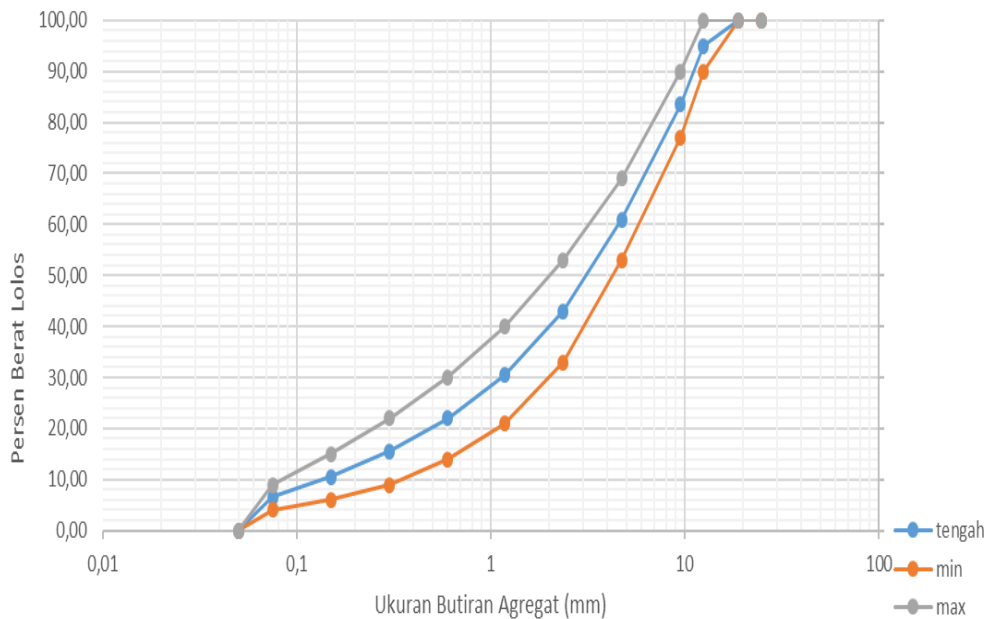
Tabel 4.1 Gradasi Agregat Campuran LASTON AC-WC

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah Persen (%)		Rata-rata
inch	mm	Max	Min	Lolos	Tertahan	
1 "	25					
3/4 "	19	100,00	100,00	100,00	0,00	100,00
1/2 "	12,5	100,00	90,00	95,00	5,00	95,00
3/8 "	9,5	90,00	77,00	83,50	16,50	83,50
No. 4	4,75	69,00	53,00	61,00	39,00	61,00
No. 8	2,36	53,00	33,00	43,00	57,00	43,00
No. 16	1,18	40,00	21,00	30,50	69,50	30,50
No. 30	0,600	30,00	14,00	22,00	78,00	22,00
No. 50	0,300	22,00	9,00	15,50	84,50	15,50

Lanjutan Tabel 4.1 Gradasi Agregat Campuran LASTON AC-WC

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah Persen (%)		Rata-rata
inch	mm	Max	Min	Lolos	Tertahan	
No. 100	0,150	15,00	6,00	10,50	89,50	10,50
No. 200	0,075	9,00	4,00	6,50	93,50	6,50
Pan		0,00	0,00	0,00	100,00	0,00

Sumber : Bina Marga (2010)



Gambar 4.1 Gradasi Agregat Campuran LASTON AC-WC

Setelah didapatkan *Job Mix Formula*, maka selanjutnya menghitung kadar aspal perkiraan (P_b) dengan menggunakan Persamaan 4.1.

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%filler) + K \quad (4.1)$$

dengan:

CA= Persen agregat tertahan saringan No. 8,

FA= Persen agregat lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200,

Filler = Persen agregat minimal 75% lolos No. 200, dan

K = Konstanta.

Berdasarkan hasil perhitungan kadar aspal perkiraan didapatkan batas minimum 6%. Sehingga pada saat pengujian untuk mencari kadar aspal optimum

(KAO), kadar aspal yang digunakan yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% terhadap berat total campuran.

Berikut ini merupakan Tabel campuran kebutuhan agregat per kadar aspal 5%-7% yang telah dihitung.

Tabel 4.2 Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal 5%

No. Saringan		Spesifikasi		Kumulatif		Berat Tertahan (gr)	
inch	mm	Max	Min	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
3/4 "	19	100	100	100			
1/2 "	12,5	100	90	95	5	57	57
3/8 "	9,5	90	77	83,5	11,5	131.1	188.1
No. 4	4,75	69	53	61	22,5	256.5	444.6
No. 8	2,36	53	33	43	18	205.2	649.8
No. 16	1,18	40	21	30,5	12,5	142.5	792.3
No. 30	0,600	30	14	22	8,5	96.9	889.2
No. 50	0,300	22	9	15,5	6,5	74.1	963.3
No. 100	0,150	15	6	10,5	5	57	1020.3
No. 200	0,075	9	4	6,5	4	45.6	1065.9
Pan		0	0	0	100	74.1	1140
Jumlah						1140	

Tabel 4.3 Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal 5.5%

No. Saringan		Spesifikasi		Kumulatif		Berat Tertahan	
inch	mm	Max	Min	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
3/4 "	19	100	100	100			
1/2 "	12,5	100	90	95	5	56.7	56.7
3/8 "	9,5	90	77	83,5	11,5	130.41	187.11
No. 4	4,75	69	53	61	22,5	255.15	442.26
No. 8	2,36	53	33	43	18	204.12	646.38
No. 16	1,18	40	21	30,5	12,5	141.75	788.13
No. 30	0,600	30	14	22	8,5	96.39	884.52
No. 50	0,300	22	9	15,5	6,5	73.71	958.23
No.100	0,150	15	6	10,5	5	56.7	1014.93
No. 200	0,075	9	4	6,5	4	45.36	1060.29
Pan		0	0	0	0	100	1134
Jumlah						1134	

Tabel 4.4 Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal 6%

No. Saringan		Spesifikasi		Kumulatif		Berat Tertahan	
inch	mm	Max	Min	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
3/4 "	19	100	100	100			
1/2 "	12,5	100	90	95	5	56.4	56.4
3/8 "	9,5	90	77	83,5	11,5	129.72	186.12
No. 4	4,75	69	53	61	22,5	253.8	439.92
No. 8	2,36	53	33	43	18	203.04	642.96
No. 16	1,18	40	21	30,5	12,5	141	783.96
No. 30	0,600	30	14	22	8,5	95.88	879.84
No. 50	0,300	22	9	15,5	6,5	73.32	953.16
No. 100	0,150	15	6	10,5	5	56.4	1009.56
No. 200	0,075	9	4	6,5	4	45.12	1054.68
Pan		0	0	0	0	100	1128
Jumlah						1128	

Tabel 4.5 Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal 6.5%

No. Saringan		Spesifikasi		Kumulatif		Berat Tertahan	
inch	mm	Max	Min	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
3/4 "	19	100	100	100			
1/2 "	12,5	100	90	95	5	56.1	56.1
3/8 "	9,5	90	77	83,5	11,5	129.03	185.13
No. 4	4,75	69	53	61	22,5	252.45	437.58
No. 8	2,36	53	33	43	18	201.96	639.54
No. 16	1,18	40	21	30,5	12,5	140.25	779.79
No. 30	0,600	30	14	22	8,5	95.37	875.16
No. 50	0,300	22	9	15,5	6,5	72.93	948.09
No. 100	0,150	15	6	10,5	5	56.1	1004.19
No. 200	0,075	9	4	6,5	4	44.88	1049.07
Pan		0	0	0	0	100	1122
Jumlah						1122	

Tabel 4.6 Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal 7%

No. Saringan		Spesifikasi		Kumulatif		Berat Tertahan	
inch	mm	Max	Min	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
3/4 "	19	100	100	100			
1/2 "	12,5	100	90	95	5	55.8	55.8
3/8 "	9,5	90	77	83,5	11,5	128.34	184.14
No. 4	4,75	69	53	61	22,5	251.1	435.24
No. 8	2,36	53	33	43	18	200.88	636.12
No. 16	1,18	40	21	30,5	12,5	139.5	775.62
No. 30	0,600	30	14	22	8,5	94.86	870.48
No. 50	0,300	22	9	15,5	6,5	72.54	943.02
No. 100	0,150	15	6	10,5	5	55.8	998.82
No. 200	0,075	9	4	6,5	4	44.64	1043.46
Pan		0	0	0	0	100	1116
Jumlah						1116	

Tabel 4.7 Jumlah Benda Uji Kadar Aspal Optimum

Jenis Aspal	Kadar Aspal	Sampel	Jumlah
Pertamina Pen 60/70	5%	3 buah	15
	5.5%	3 buah	
	6%	3 buah	
	6.5%	3 buah	
	7%	3 buah	

Tabel 4.8 Jumlah Benda Uji Tiap Pengujian dan Perendaman 24 jam

Jenis Pengujian	Variasi Kadar Serbuk Ban Karet				
	0%	25%	50%	75%	100%
<i>Marshall</i>	5	5	5	5	5
<i>ITS</i>	5	5	5	5	5
<i>Cantabro</i>	5	5	5	5	5
Jumlah	15	15	15	15	15
Total	75				

Jadi total benda uji yang digunakan pada saat penelitian sebanyak 90 buah. Pembuatan benda uji dilakukan dengan mengacu pada bina marga.

4.5.4 Metode Pencampuran dan Hitungan

Adapun langkah – langkah pencampuran menggunakan *dry proces* adalah sebagai berikut:

- 1 Panaskan agregat ke 180° C.
- 2 Tambahkan karet ke agregat dan campurkan.

Dalam proses pencampuran metode yang digunakan ialah menggunakan perbandingan berat antara serbuk ban karet dengan agregat halus. Perbandingan berat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Berat} = \frac{\text{BJ agregat halus}}{\text{BJ serbuk ban karet}} \times \text{berat agregat dalam pencampuran}$$

- 3 Panaskan aspal sampai 180 ° C dan campur.
- 4 Biarkan campuran mendingin ke suhu pemadatan 140 ° C.
- 5 75 pukulan x 2 dengan *Marshall Harmer* adalah kemudahan pemadatan.

4.5.5 Pengujian *Marshall*

Mengacu pada *AASHTO T-245-74* dan *ASTM D-1559-62 T*, langkah-langkah pengujian *Marshall* adalah sebagai berikut ini.

1. Merendam benda uji ke dalam air biasa selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang agar benda uji menjadi jenuh air.
2. Menimbang benda uji didalam air.
3. Mengelap permukaan benda uji, kemudian menimbanginya pada kondisi kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*).
4. Merendam benda uji kedalam *waterbath* dengan suhu 60°C selama 0,5 jam.
5. Membersihkan batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam kepala penekan (*test head*) terlebih dahulu. Lalu lumasi batang penuntun sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas.
6. Mengeluarkan benda uji dari *waterbath* dan meletakkannya ke dalam segmen bawah kepala penekan.
7. Memasang segmen atas di atas benda uji dan meletakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
8. Memasang arloji kelelahan (*Flowmeter*) pada penunjuk angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (*breaking head*). Selama pembebanan berlangsung, tangkai arloji kelelahan ditekan pada segmen atas dari kepala penekan.

9. Menaikkan kepala penekan beserta benda ujinya sehingga menyentuh alas cincin penguji. Kemudian mengatur kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
10. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit, sehingga pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan mencatat pembebanan maksimum yang tercapai (stabilitas) serta angka pada arloji kelelahan (*Flow*).
11. Melepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) pada setelah nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan dicatat.
12. Menganalisis dan membuat pembahasan.

4.5.6 Indirect Tensile Strength (ITS)

Setelah benda uji dikeluarkan dari mould, kemudian dilakukan pengujian kuat tarik tidak langsung menggunakan alat uji *Indirect Tensile Strength (ITS)*. Adapun Langkah-langkah dalam pengujian kuat tarik tidak langsung adalah sebagai berikut:

1. Mengukur tebal masing - masing benda uji pada empat sisi yang berbeda, dan mengambil tebal rata - rata, lalu menghitung koreksi tebal, serta menghitung diameter masing – masing benda uji.
2. Melakukan pembebanan pada benda uji hingga mencapai maksimum yaitu saat arloji pembebanan berhenti dan berbalik arah. Pada saat itu dilakukan pembacaan dan pencatatan nilai dial. Mengeluarkan benda uji dari alat uji *ITS* dan deformasi meter.
3. Mengeluarkan benda uji dari alat uji dan pengujian benda uji berikutnya mengikuti prosedur di atas.
4. Menghitung nilai kuat tarik tidak langsung (*Indirect Tensile Strength*) terkoreksi.

4.5.7 Pengujian Cantabro Loss

Pada pengujian ini, dibuat campuran benda uji sebanyak 5 buah untuk setiap variasi kadar aspal sesuai prosedur yang telah dijelaskan diatas. Benda uji didiamkan pada suhu ruang selama 1 hari, selanjutnya dimasukkan ke dalam alat

pengujian abrasi Los Angles dan diputar sebanyak 300 putaran tanpa menggunakan bola besi. Berat sebelum dan sesudah pengujian dicatat dan dihitung menggunakan rumus *Cantabro Loss*.

4.6 Analisis Data

Berikut ini adalah analisis data yang akan dilakukan setelah melakukan pengujian.

1. Analisis Parameter *Marshall*

Dari pengujian *Marshall*, didapatkan data sebagai berikut:

- a. Berat benda uji dalam kondisi kering (gram).
- b. Berat benda uji dalam air (gram).
- c. Berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram).
- d. Tebal benda uji.
- e. Pembacaan arloji stabilitas (kg).
- f. Pembacaan arloji kelelahan *Flow* (mm).

Niai-nilai parameter *Marshall* yang dapat dihitung yaitu sebagai berikut.

- a. Berat jenis aspal menggunakan Persamaan 3.1.
 - b. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan Persamaan 3.2, Persamaan 3.3, Persamaan 3.4 dan Persamaan 3.5.
 - c. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan Persamaan 3.6, Persamaan 3.7, Persamaan 3.8 dan Persamaan 3.9.
 - d. Rongga dalam agregat (*VMA*) menggunakan Persamaan 3.10
 - e. Rongga dalam campuran (*VITM*) dan Berat jenis maksimum teoritis menggunakan Persamaan 3.11 dan Persamaan 3.12.
 - f. Rongga terisi aspal (*VFWA*) menggunakan Persamaan 3.13.
 - g. Nilai stabilitas menggunakan Persamaan 3.14.
 - h. Kelelahan (*Flow*) dibaca dari pembacaan arloji kelelahan.
 - i. *MQ* (*Marshall Quotient*) menggunakan Persamaan 3.15.
- ##### 2. Analisis Kadar Aspal Optimum (KAO)

Pemilihan nilai KAO pada campuran Laston AC-WC ditentukan dengan cara *Marshall* dan harus memenuhi persyaratan berikut ini.

- a. Rongga dalam campuran (*VITM*) dengan syarat 4-6%
- b. Rongga dalam agregat (*VMA*) dengan syarat minimum 18%
- c. Kadar aspal efektif dengan syarat minimum 5,9%

Dari hasil uji *Marshall* yang memenuhi semua kriteria parameter tersebut, maka diperoleh batas maksimum dan batas minimum. Nilai kadar aspal optimum didapatkan dari nilai tengah antara batas maksimum dan minimum.

3. Analisis *Indirect Tensile Strength Test*

Indirect Tensile Strength Test adalah kuat tarik tidak langsung, yang dihitung dari puncak beban kemudian diolah menggunakan Persamaan 3.16.

4. Analisis *Cantabro*

Cantabro adalah mengetahui kehilangan berat akibat simulasi beban roda yang dihitung menggunakan Persamaan 3.17

5. Analisis Statistik

Data-data seperti parameter-parameter *Marshall*, *Indirect Tensile Strength* dan *Cantabro* dengan variasi kadar serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC dengan bahan ikat aspal Pertamina Pen 60/70, dianalisis menggunakan analisis statistik ANOVA satu arah dan analisis statistik *T-test*. Secara umum analisis statistik menggunakan ANOVA satu arah dan *T-test* adalah sebagai berikut.

- a. Merumuskan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1)

Uji hipotesis bertujuan untuk melihat pengaruh masing-masing faktor variabel.

$$H_0 : \mu_1 \neq \mu_2 = \dots \neq \mu_k$$

$$H_1 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

- b. Menghitung jumlah kuadrat total (JK_{tot}) menggunakan Persamaan 3.19.
- c. Menghitung jumlah kuadrat antar kelompok (JK_{ant}) menggunakan Persamaan 3.20.
- d. Menghitung jumlah kuadrat dalam kelompok (JK_{dal}) menggunakan Persamaan 3.21.
- e. Menghitung *Mean* kuadrat antar kelompok (MK_{ant}) menggunakan Persamaan 3.22.

- f. Menghitung *Mean* kuadrat dalam kelompok (MK_{dal}) menggunakan Persamaan 3.23.
- g. Menghitung F hitung (F_{hit}) menggunakan Persamaan 3.24.
- h. Membandingkan nilai F hitung dengan F Tabel.
- i. Analisis statistik dengan *T-test* menggunakan Persamaan 3.18.
- j. Perumusan keputusan H_0 dan H_1 dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.9 Perumusan Keputusan H_0 dan H_1

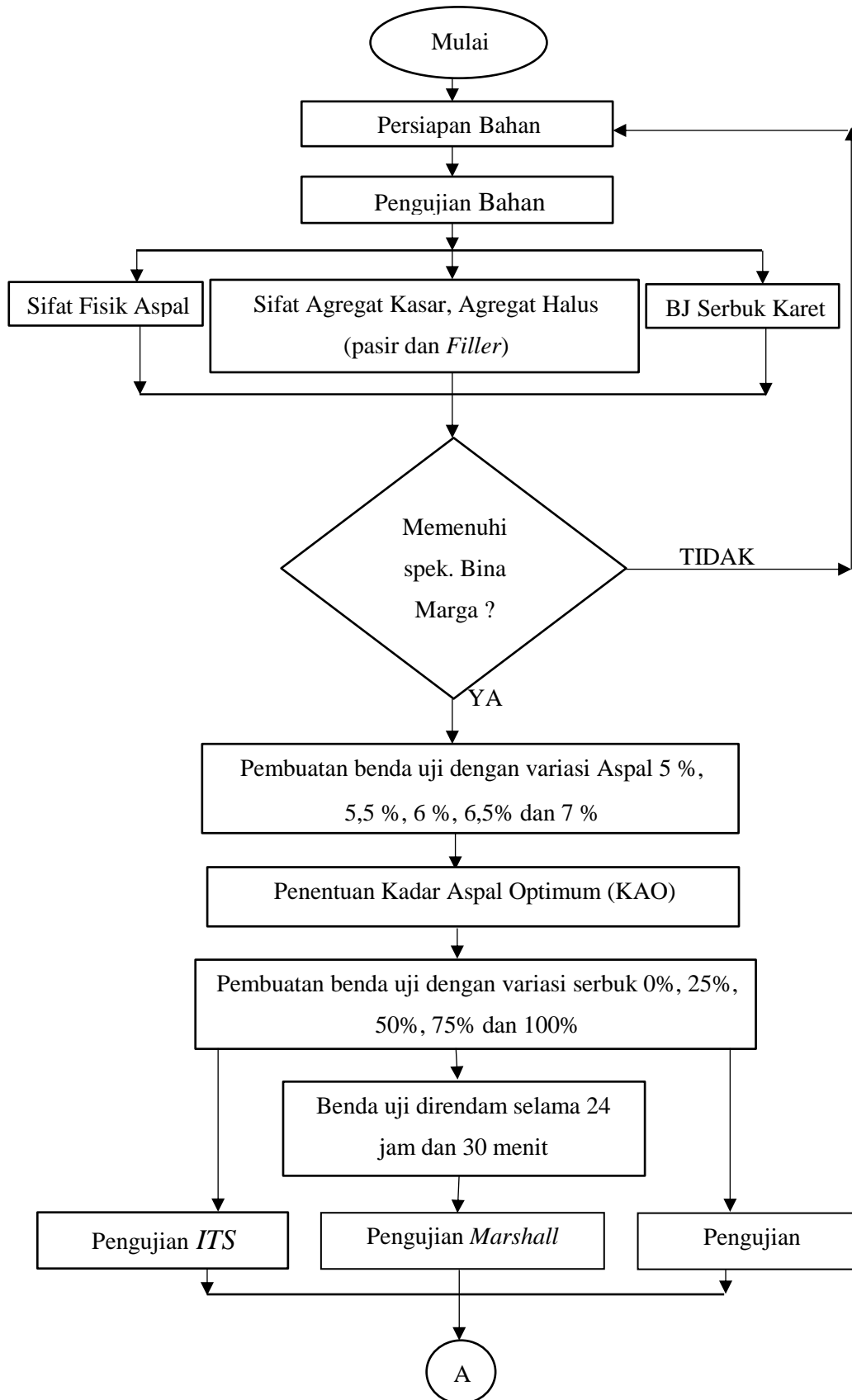
Pengujian		H_0	H_1
Karakteristik <i>Marshall</i>	Stabilitas	Tidak ada pengaruh signifikan terhadap stabilitas akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC	Ada pengaruh signifikan terhadap stabilitas akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC
Karakteristik <i>Marshall</i>	<i>Flow</i>	Tidak ada pengaruh signifikan terhadap <i>Flow</i> akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC	Ada pengaruh signifikan terhadap <i>Flow</i> akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC
	<i>MQ</i>	Tidak ada pengaruh signifikan terhadap <i>MQ</i> akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC.	Ada pengaruh signifikan terhadap <i>MQ</i> akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC
	<i>VMA</i>	Tidak ada pengaruh signifikan terhadap <i>VMA</i> akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC.	Ada pengaruh signifikan terhadap <i>VMA</i> akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC
	<i>VITM</i>	Tidak ada pengaruh signifikan terhadap <i>VITM</i> akibat penambahan serbuk	Ada pengaruh signifikan terhadap <i>VITM</i> akibat penambahan serbuk ban

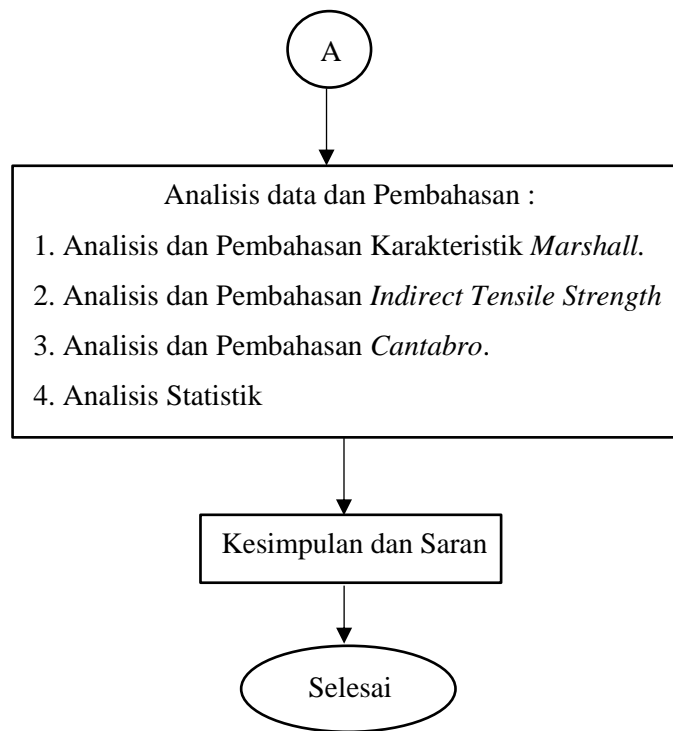
		ban karet pada campuran Laston AC-WC.	karet pada campuran Laston AC-WC.
Karakteristik <i>Marshall</i>	<i>VFWA</i>	Tidak ada pengaruh signifikan terhadap <i>VFWA</i> akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC.	Ada pengaruh signifikan terhadap <i>VFWA</i> akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC.
<i>ITS</i>	Kuat Tarik Tidak Langsung	Tidak ada pengaruh signifikan terhadap kuat tarik akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC.	Ada pengaruh signifikan terhadap kuat tarik akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC.
	<i>Cantabro</i>	Tidak ada pengaruh signifikan terhadap kehilangan berat akibat perubahan penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC.	Ada pengaruh signifikan terhadap kehilangan berat akibat penambahan serbuk ban karet pada campuran Laston AC-WC.

Jika nilai rasio uji berada pada daerah penerimaan maka H_0 diterima, sedangkan jika nilai rasio berada pada daerah penolakan maka H_1 diterima.

4.7 Diagram atau *Flowchart*

Bagan alir atau *Flowchart* merupakan gambaran singkat tentang tahapan-tahapan yang akan dilaksanakan saat penelitian. *Flowchart* ditunjukkan pada Gambar 4.2





Gambar 4.2 Bagan Air Penelitian